

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-331282

(P2002-331282A)

(43)公開日 平成14年11月19日(2002.11.19)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
B 0 9 C 1/10	Z A B	A 0 1 G 1/00	3 0 1 Z 2 B 0 2 2
A 0 1 G 1/00	3 0 1	C 2 2 B 7/00	Z 4 D 0 0 4
C 2 2 B 7/00		17/00	4 K 0 0 1
17/00		19/00	
19/00		B 0 9 B 3/00	Z A B E

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願2002-42475(P2002-42475)

(22)出願日 平成14年2月20日(2002.2.20)

(31)優先権主張番号 特願2001-62331(P2001-62331)

(32)優先日 平成13年3月6日(2001.3.6)

(33)優先権主張国 日本 (JP)

(71)出願人 000005968

三菱化学株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番2号

(72)発明者 長谷川 功

神奈川県川崎市麻生区高石4丁目14番2-703

(72)発明者 栗原 宏幸

神奈川県横浜市青葉区鶴志田町1000 株式会社植物工学研究所内

(74)代理人 100103997

弁理士 長谷川 曜司

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 重金属により汚染された媒体の植物による浄化方法

(57)【要約】

【課題】 植物を用いて汚染媒体を浄化する方法において、従来よりも効率よく浄化を行なう方法を提供する。

【解決手段】 アカザ科アカザ属(Chenopodiaceae Chenopodium)、アカザ科ホウレンソウ属(Chenopodiaceae Spinacia)、アカザ科フダンソウ属(Chenopodiaceae Beta)又はマメ科タヌキマメ属(Fabaceae Crotalaria)に属する植物を重金属により汚染された媒体上で栽培し、該重金属を吸収、蓄積させた後、該植物を収穫することを特徴とする重金属に汚染された媒体の浄化方法。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 アカザ科アカザ属(*Chenopodiaceae Chenopodium*)、アカザ科ホウレンソウ属(*Chenopodiaceae Spinacia*)、アカザ科フダンソウ属(*Chenopodiaceae Beta*)又はマメ科タヌキマメ属(*Fabaceae Crotalaria*)に属する植物を重金属により汚染された媒体上で栽培し、該重金属を吸収、蓄積させた後、該植物を収穫することを特徴とする重金属に汚染された媒体の浄化方法。

【請求項2】 重金属が、カドミウム、亜鉛及び／又はそれらの金属を含有する化合物であることを特徴とする請求項1に記載の浄化方法。

【請求項3】 植物がアカザ科フダンソウ属(*Chenopodiaceae Beta*)又はマメ科タヌキマメ属(*Fabaceae Crotalaria*)に属するものであることを特徴とする請求項1または2に記載の浄化方法。

【請求項4】 アカザ科アカザ属(*Chenopodiaceae Chenopodium*)、アカザ科ホウレンソウ属(*Chenopodiaceae Spinacia*)、アカザ科フダンソウ属(*Chenopodiaceae Beta*)又はマメ科タヌキマメ属(*Fabaceae Crotalaria*)に属する植物を重金属により汚染された媒体上で栽培し、該重金属を吸収、蓄積させた後、該植物を収穫し、除去した植物体を乾燥又は分解することにより、重金属を回収することを特徴とする重金属に汚染された媒体の浄化方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、植物を用いて重金属で汚染された媒体を浄化する方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、重金属による土壤の汚染問題について関心が高まってきており、特に汚染された水田、圃場において収穫された農作物中に含まれる重金属の人体内への摂取が問題視されている。これまで重金属等に汚染された土壤を浄化するためには、主として、対象汚染地の汚染土壤を汚染されていない土壤と交換する客土と言う手法が用いられているが、取り除かれた土壤の処理の点で問題がある上、膨大な労力がかかり、費用も高く経済的に不利な点が多い。

【0003】そこで近年、微生物や植物を用いて土壤中の有害物を吸収、除去あるいは分解することで汚染土壤を浄化しようという試みがなされており、殊に重金属については、微生物による分解が不可能なため、植物体内に重金属を吸収させ植物体を収穫することにより土壤中から重金属を除去、浄化する検討が各種なされている。

(Phytoremediation: A Novel Strategy for the Removal of Toxic Metals from the Environment Using Plants (BIO/TECHNOLOGY Vol.13, 1995, p468-474))。

【0004】特表平7-508206号公報には、アンブロシア種およびアポシヌム種の植物を用いて金属を吸収させ土

壤中より除去する方法について記載されているが、金属種としては、鉛および有機鉛についてのみの記載があるだけである。また、特開昭57-190号公報には、植物種を植物成分構造によりA型からF型の6群に分けて、この中で特にD型およびF型においてカドミウムの吸収に優れるとしているが、分類方法は根拠が曖昧で植物学上一般的でないため、明細書に記載されている植物以外のものが何型に属するのか推察不可能な上、F型については、A～E型以外の物となっているため、すべてのF型植物が高いカドミウム吸収性を有するかどうか不明である。

【0005】一方、これまでに、いくつかの金属種については、ハイパー・キュムレーター植物と呼ばれる金属を高度に吸収蓄積する植物種がいくつか報告されており、カドミウムについては、トラスピ属(*Thlaspi*)植物がハイパー・キュムレーター植物として知られている。また、栽培植物の中では、カラシナ(*Brassica juncea*)がカドミウムを多く吸収蓄積することが知られている。

【0006】しかしながら、これらの植物は生産量が少なく、短期間で土壤から必要十分な量のカドミウムを除去することは困難であり、実用的ではない。加えて、カラシナについては、もしも十分な生産量が得られたとしても、その形態的特徴から機械による収穫作業にはあまり適さない。

【0007】また、生育量の多いヒマワリ(*Helianthus annuus*)などが重金属除去植物として用いられることが多いが、これらは生産量が多くとも植物本来が持つ重金属の吸収蓄積能力が高くなく、必ずしも優れた重金属除去植物とはなり得ていない。

## 【0008】

30 【発明が解決しようとする課題】上記のように重金属を吸収、蓄積させることのできるとされている植物は、その生産量及び／又は形態等の点で、未だ不十分であり、実用化が可能となる植物を見出すことが望まれていた。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記課題を解決すべく、鋭意検討した結果、アカザ科アカザ属(*Chenopodiaceae Chenopodium*)、アカザ科ホウレンソウ属(*Chenopodiaceae Spinacia*)、アカザ科フダンソウ属(*Chenopodiaceae Beta*)又はマメ科タヌキマメ属(*Fabaceae Crotalaria*)に属する植物が、カドミウムに代表される重金属の吸収能に優れ、なおかつ生育速度が速く一定期間に複数回の栽培を行う等十分な生産量を得ることにより短期間でのカドミウム等の重金属の除去が可能であることを見出し、本発明を完成するに至った。すなわち、本発明の要旨は、アカザ科アカザ属(*Chenopodiaceae Chenopodium*)、アカザ科ホウレンソウ属(*Chenopodiaceae Spinacia*)、アカザ科フダンソウ属(*Chenopodiaceae Beta*)又はマメ科タヌキマメ属(*Fabaceae Crotalaria*)に属する植物を重金属により汚染された媒体上で栽培し、該重金属を吸収、蓄積させた後、該植物を収穫する

ことを特徴とする重金属に汚染された媒体の浄化方法に存する。

【0010】以下に本発明を詳細に説明する。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明は、重金属により汚染された媒体上でアカザ科アカザ属(*Chenopodiaceae Chenopodium*)、アカザ科ホウレンソウ属(*Chenopodiaceae Spinacia*)、アカザ科フダンソウ属(*Chenopodiaceae Beta*)又はマメ科タヌキマメ属(*Fabaceae Crotalaria*)に属する植物を栽培し、媒体中の重金属を葉、茎、根などの植物構成物に吸収、蓄積させた後、該植物を収穫することを特徴とする重金属に汚染された媒体の浄化方法を提供するものである。

【0012】アカザ科アカザ属(*Chenopodiaceae Chenopodium*)の植物としては、具体的には、アカザ種(*C. album* var. *centrorubrum*)が挙げられ、アカザ科ホウレンソウ属(*Chenopodiaceae Spinacia*)の植物としては、具体的にはホウレンソウ種(*S. oleracea*)が挙げられ、アカザ科フダンソウ属(*Chenopodiaceae Beta*)の植物としては、具体的には飼料用ビート種(*B. vulgaris* var. *alba*)、フダンソウ種(*B. vulgaris* var. *vulgaris*)、サトウダイコン種(*B. vulgaris* var. *rapa*)などが挙げられる。この中でもフダンソウ属に属する植物が好ましく、飼料用ビート(*B. vulgaris* var. *alba*)が特に好ましい。

【0013】マメ科タヌキマメ属(*Fabaceae Crotalaria*)の植物としては、タヌキマメ種(*C. sessiliflora*)、ガクタヌキマメ種(*C. calycina*)、クロタラリア種(*C. juncea*)などが挙げられるが、この中でもクロタラリア種(*C. juncea*)が特に好ましい。

【0014】浄化期間中、これらの植物種を含む複数の植物種を用いることも可能である。これらの植物は生育速度が早く、植物生産量も多い上、重金属類の吸収性能も高いため、短期間で媒体中の重金属を除去することが期待でき、また、形態的にも既存の機械化作業に適したものである。更に飼料用ビート種やサトウダイコン種等の地下部の生育量が大きいものは、株当たり広範囲の媒体中から重金属を吸収することが可能で、根を含む植物体地下部を収穫することにより、より多くの重金属を除去することが期待でき、また、クロタラリア種は、地下部を残して収穫することにより再び生えてくる植物体を複数回収穫することも可能であり、効率的な浄化が行える。

【0015】浄化の対象となる汚染媒体は、農業用地すなわち水田土壤、畑地土壤等の農作物を栽培する全ての土地の土壤を含み、適当な処理を行うことにより植物の生育が可能な住宅地、工場跡地、非住居地等の通常農地として用いられない土地の土壤も対象となりうる。また適当な処理を行うことにより植物の生育が可能な汚泥、スラッジなど、あるいは砂砾などの保持体等を利用した

りあるいは適当な濃度に希釈することで水耕栽培などの形態をとって植物を栽培することの可能な汚染水も対象となる。

【0016】本発明における重金属とは、カドミウム、亜鉛、鉛、銅、鉄、マンガン、水銀等の重金属汚染として問題になっている金属種及びそれらの金属を含有する化合物が挙げられるが、特に好ましい金属種としてはカドミウムまたは亜鉛である。尚、浄化対象となる土壤には、上記重金属以外のいかなる金属が含まれていてもまた含まれていなくても構わない。

【0017】浄化の対象となる汚染の状態とは、例えば、農作物または天然あるいは人為的手段を問わず食用あるいは人体内に摂取されうる形態で供試される植物生産物が、法律等により規制される値、または医学上問題とされる値、あるいは社会通念上問題があるとされる値よりも多く汚染物質がその中に含まれるような状態になりうる濃度で汚染物質が含まれる土壤等の状態を示す。また、非農耕地または天然あるいは人為的手段を問わず食用あるいは人体内に摂取されうる形態で供試されることのある植物が産出されることのない土壤等については、法律等により規制される値、あるいはそこに存在する人間を含む動植物にとって有害と考えられる値を越えて汚染物質が含まれる状態を示す。

【0018】上記土壤を浄化するために前述の植物を生育させる手法としては、そのままの土壤あるいは必要に応じて栽培に適した状態にするために土壤改良資材あるいは肥料等を用いて改変した土壤に、適当な時期に直接播種する方法、苗床による苗、育苗箱による苗、セル苗、ポット苗、プラグ苗、ペーパーポット苗等の栽培に適した形態で育成した苗あるいは栄養繁殖した植物体を移植する方法等、植物種及び汚染媒体の状態に応じて、任意の方法をとることができる。例えば、植物の種子を直接播種する場合は、浄化対象面積10アール当たり100粒から20000粒の種子を播くことが適当である。植物を栽培する土壤のpHは3から10の範囲が適当であるが、土壤条件によりpHの値は重金属の吸収性に大きく関与するので栽培条件により調整することも必要である。また必要に応じ栄養成分等を施用することもできる。

【0019】これらの植物体を重金属を吸収するのに適した期間で栽培し、茎および葉を含む植物体地上部ないしは根を含む植物体地下部を適当な方法で収穫する。この期間は栽培条件、土壤条件、吸収可能な重金属量、その他の条件により変更することが可能である。また植物を生育させる時期も、栽培条件その他により任意に設定できる。

【0020】植物体の収穫方法としては、地上部のみを刈り取る方法、植物体地上部および地下部をそれぞれ別々に収穫する方法、植物体地上部と地下部を同時に収穫する方法などが挙げられ、また、クロタラリア種の場合には、1回刈り取った後残った植物体から再び生えてく

る地上部を更に1回ないし複数回刈り取る方法も取ることができる。上記の方法により、生育及び収穫した植物体は、体積を減らし、吸収された重金属を濃縮させ、そこから、公知の方法により、精製・単離したり、無害化処理を行うことができる。

【0021】例えば、重金属を濃縮させる処理としては、乾燥処理や焼却、粉碎、融解、微生物による分解、堆肥化等の方法による分解処理等が挙げられる。また、得られた濃縮産物から溶解等の方法によりカドミウム等の重金属を抽出、精製し、あるいは濃縮産物をコンクリートまたは樹脂等で固化し無害化することができる。

【0022】尚、収穫した植物体の濃縮方法、重金属の精製方法、重金属の無害化方法はここに記述した方法に限定するものではない。

#### 【0023】

【実施例】実施例1 カドミウム含有沖積土における飼料用ビートのカドミウム吸収蓄積能力

##### 土壤の種類

秋田県産出の沖積土壌（カドミウム含量：1ppm）をボリ\*

表1 植物の1株当たりのカドミウム含有率(乾物重当たりのカドミウム含有量 mg/kg)

	カラシナ	飼料用ビート
地上部	0.600	8.067
根部	2.500	12.667

#### 【0026】

#### ※※【表2】

表2 植物の総カドミウム含有量(植物体1株当たりのカドミウム含有量 μg/株)

	カラシナ	飼料用ビート
地上部	1.799	10.704
根部	1.826	17.680

【0027】本実施例において飼料用ビートはカドミウムを高度に吸収することで知られるカラシナ類に較べ非常に高いカドミウム吸収蓄積能力を示すことが明らかとなった。このことから飼料用ビートはカドミウムに代表される重金属の吸収除去に適した植物であると言える。

【0028】実施例2 カドミウム含有黒ボク土壌におけるクロタラリアのカドミウム吸収蓄積能力

##### 土壤の種類

福島県産出の黒ボク土壌（カドミウム含量：8ppm）をボリプロピレン製のポットに乾土として150g充填し、これに肥料として純水1リットルにKNO<sub>3</sub>を5.54g、Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>Oを3.86g、NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>を1.25g、MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>Oを2.66g、H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>を15.53mg、MnCl<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>Oを9.83mg、CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>Oを0.43mg、ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>Oを1.19mg、H<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>Oを0.49mg、EDTA-N★

表3 植物の1株当たりのカドミウム含有率(乾物重当たりのカドミウム含有量 mg/kg)

	クロタラリア	ケナフ
地上部	21.6	14.4
根部	41.7	59.5

\* プロピレン製のポットに乾土として200g充填し、これに肥料として純水1リットルにKNO<sub>3</sub>を5.54g、Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>Oを3.86g、NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>を1.25g、MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>Oを2.66g、H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>を15.53mg、MnCl<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>Oを9.83mg、CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>Oを0.43mg、ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>Oを1.19mg、H<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>Oを0.49mg、EDTA-N·Feを29.7mg溶解した水溶液を24ml添加した。

#### 【0024】試験方法

飼料用ビート（アカザ科フダンソウ属）を予めバーミキュライト及びパーライトを1:1で混和した育苗培土に播種し、発芽後14日目に試験土壌に移植した。植物は1ポット当たり1株で育成し、3ポットずつ用いた。移植後35日目に育成した植物を地上部、根部とも全て収穫し、120°Cのオーブンで3時間乾燥した後、これを粉碎し、酸による湿式分解後、原子吸光法によりカドミウム含量を測定した。また、比較例として、カラシナについても同様に試験を行った。各植物種の平均値を結果として表1及び表2に示す。

#### 【0025】

#### 【表1】

★ a·Feを29.7mg溶解した水溶液を24ml添加した。

#### 【0029】試験方法

クロタラリアを予めバーミキュライト及びパーライトを1:1で混和した育苗培土に播種し、発芽後14日目に試験土壌に移植した。植物は1ポット当たり1株で育成し、3ポットずつ用いた。移植後55日目に育成した植物を地上部、根部とも全て収穫し、120°Cのオーブンで3時間乾燥した後、これを粉碎し、酸による湿式分解後、原子吸光法によりカドミウム含量を測定した。また、比較例として、ケナフ1ポットについても同様に試験を行った。各植物種の平均値を結果として表3及び表4に示す。

#### 【0030】

#### 【表3】

【0031】

\* \* 【表4】

表4 植物の総カドミウム含有量(植物体1株当たりのカドミウム含有量  $\mu\text{g}/\text{株}$ )

	クロタラリア	ケナフ
地上部	27.8	28.3
根部	27.8	48.1

【0032】本実施例より、クロタラリアはカドミウム除去植物能力の高いケナフと同程度の含有率及び含有量を有し、特に植物体中において、根部よりも地上部の含有割合が高いことから、根で吸収した重金属を地上部に持ち上げる力が高いと考えられ、効率よく重金属の回収ができると考えられる。さらに、クロタラリアのようなマメ科タヌキマメ属に属する植物は、ケナフよりも短い栽培期間で最大乾物生産量を得ることができることから、一定期間に複数回栽培することも可能であり、これらのことからクロタラリアは重金属の吸収除去に適した植物であると言える。

※【0033】

【発明の効果】本発明はこれまで述べた植物種を用いることにより、これまで困難であった、あるいは高い費用または長い年月がかかっていたカドミウムに代表される重金属汚染土壌の浄化を、短期間で、効率よく、かつ安い費用で可能たらしめるものである。得られた重金属濃縮物は、上に挙げた方法を含む適当な方法によって再利用または無害化しての処理が可能である。本発明により、より安全な農作物、食品、あるいは生活環境などを提供することが可能になる。

※

フロントページの続き

F ターム(参考) 2B022 AA05 AB11 AB20 BA01 BB01  
 4D004 AA41 AB03 BA05 CA17 CC20  
 4K001 AA06 AA30 BA24

**PAT-NO:** JP02002331282A  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 2002331282 A  
**TITLE:** METHOD FOR CLEANING MEDIUM  
POLLUTED WITH HEAVY METAL BY  
PLANT  
**PUBN-DATE:** November 19, 2002

**INVENTOR-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
HASEGAWA, ISAO	N/A
KURIHARA, HIROYUKI	N/A

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
MITSUBISHI CHEMICALS CORP	N/A

**APPL-NO:** JP2002042475

**APPL-DATE:** February 20, 2002

**PRIORITY-DATA:** 2001062331 (March 6, 2001)

**INT-CL (IPC):** B09C001/10 , A01G001/00 ,  
C22B007/00 , C22B017/00 ,  
C22B019/00

**ABSTRACT:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for performing the cleaning of a polluted medium more

efficiently than before using a plant.

SOLUTION: In the method for cleaning the medium polluted with heavy metals, a plant belonging to the genus Chenopodiaceae Chenopodium, Chenopodiaceae Spinacia, Chenopodiaceae Beta or Fabaceae Crotalaria is cultivated on the medium polluted with heavy metals to be allowed to absorb and accumulate heavy metals before harvested.

COPYRIGHT: (C) 2003, JPO